

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-231276

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 6 F 15/72

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

4 5 0 K 9192-5L

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-34714

(22)出願日 平成5年(1993)1月29日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(72)発明者 岡村 邦彦

相模原市淵野辺 5-10-1 新日本製鐵株

式会社エレクトロニクス研究所内

(72)発明者 相良 誠

相模原市淵野辺 5-10-1 新日本製鐵株

式会社エレクトロニクス研究所内

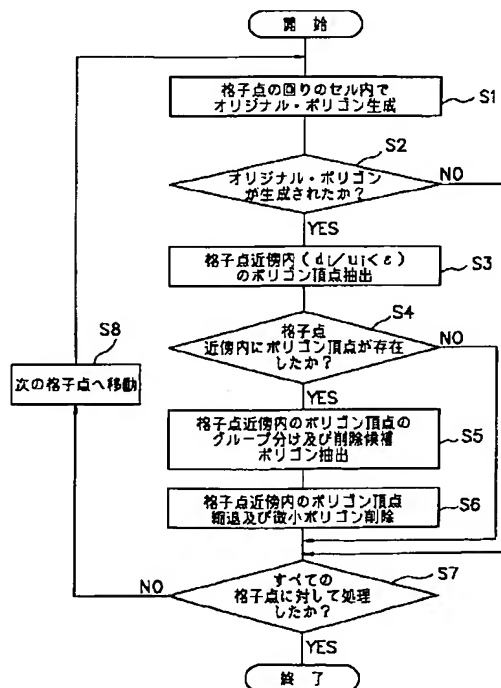
(74)代理人 弁理士 國分 孝悦

(54)【発明の名称】 3次元物体表示のためのポリゴン生成方法

(57)【要約】

【目的】 陰関数又はポリュームデータにより表現された3次元物体をポリゴン化处理するに当り、ポリゴンの形状が良好で、ポリゴン数が少なく、且つ、元の物体形状のトポロジーを保存したポリゴン近似を得る。

【構成】 多面体セルを構成する格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点を、当該格子点とポリゴン頂点との距離を予め与えた評価規範と比較することにより抽出し、当該格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点の局所的な連結性を、それらのポリゴン頂点を含むポリゴン群のエッジで直接連結されているポリゴン頂点を探索することにより調べ、局所的に連結した当該格子点の近傍内のポリゴン頂点群をその重心位置に一点に縮退させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元空間内において陰関数又はボリュームデータにより表現された3次元物体をポリゴン化処理する画像処理方法において、ポリゴン生成単位である多面体セルを構成する格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点を、当該格子点とポリゴン頂点との距離を予め与えた評価規範と比較することにより抽出し、当該格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点の局所的な連結性を、それらのポリゴン頂点を含むポリゴン群のエッジで直接連結されているポリゴン頂点を探索することにより調べ、局所的に連結した当該格子点の近傍内のポリゴン頂点群をその重心位置に一点に縮退させることを特徴とする3次元物体表示のための画像処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば、工業用デザインや医用画像処理等を対象とした3次元コンピュータ・グラフィックス分野における3次元物体表示のための画像処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】3次元ソリッドモデルにおいて陰関数により表現された3次元物体や、3次元CT画像等のボリュームデータとして表現された3次元物体をコンピュータ・ディスプレイ上に表示するに当り、コンピュータ・グラフィックス分野においては、表示対象の表面をポリゴンにより近似し、描画することがよく行われる。この時、表示される物体の画質を良好なものにし、しかも対話性良く高速に表示させるためには、ポリゴンの形状をできるだけ良好なものとし、またポリゴン数もできるだけ少なくする必要がある。

【0003】このポリゴン化処理について、陰関数により表現された物体に対しては、例えば、Bloomenthalの方法(J. Bloomenthal, "Polygonization of Implicit Surfaces", Computer Aided Geometric Design, vol. 5, no. 4, pp. 341-355, 1988)や、Hall, Warrenらによるポリゴン化方法(M. Hall and J. Warren, "Adaptive Polygonalization of Implicitly Defined Surfaces", IEEE Computer Graphics & Applications, vol. 10, no. 6, pp. 33-42, 1990)、またCT画像等のボリュームデータに対しては、例えば、Lorenson, Clineらによるマーチング・キューブ法(United States Patent: Patent Number 4,710,876, Date of Patent: Dec. 1, 1987, H.E. Cline and W.E. Lorenson, "System and Method for the Display of Surface Structures Contained within the Interior Region of a Solid Body"及びW. E. Lorenson and H.E. Cline, "Marching Cubes: A High Resolution 3D Surface Construction Algorithm", Computer Graphics, vol. 21, no. 4, pp. 163-169, 1987)が知られている。

7)が知られている。

【0004】これらの手法は、何れも、対象空間を四面体や六面体よりなる小空間(セル)に分割し、夫々のセル内に物体表面が存在すればその位置を計算し、それを近似するポリゴンを生成するという処理を行っているが、Hall, Warrenらが指摘しているように、物体表面がこれらのセルの頂点近くに存在する場合、形状の悪い(非常に細長い)しかも微小なポリゴンが多く生成される。Hall, Warrenらはこの事実を利用して、セルの頂点近くに表面が存在する場合、セルの頂点を見かけ上物体表面に移動させてポリゴンを生成することにより形状の悪いポリゴンの発生を抑えようとした。

【0005】また、Turk (G. Turk, "Re-Tiling Polygonal Surfaces", Computer Graphics, vol. 26, no. 2, pp. 55-64, 1992)及びSchroederら(W. J. Schroeder, J. A. Zarge, and W. E. Lorensen, "Decimation of Triangle Meshes", Computer Graphics, vol. 26, no. 2, pp. 65-70, 1992)は、ポリゴン表現された物体に対し、その形状をできるだけ保持しながらより少数のポリゴンによる近似を導出する一般的な手法を夫々考案している。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、Hall, Warrenらの方法では、セルの同一頂点の近くにその近傍では連続していない2つ以上の表面が存在した場合、それらの表面が互いに接続されてしまい、得られたポリゴン近似は元の物体形状のトポロジーを保存していないという問題があった。

【0007】また、TurkやSchroederらの方法では、トポロジーを保存して、より少数のポリゴンよりなるポリゴン近似を生成する反面、多大な計算量を必要とするため、ポリゴン近似の導出に非常に時間がかかるという問題があった。

【0008】そこで、本発明の目的は、トポロジーを保存しながら微小なポリゴンを効率よく除去することにより、形状が良好でポリゴン数も少ないポリゴン近似を高速に生成し得る3次元物体表示のための画像処理方法を提供することである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明では、3次元空間内において陰関数又はボリュームデータにより表現された3次元物体をポリゴン化処理する画像処理方法において、ポリゴン生成単位である多面体セルを構成する格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点を、当該格子点とポリゴン頂点との距離を予め与えた評価規範と比較することにより抽出し、当該格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点の局所的な連結性を、それらのポリゴン頂点を含むポリゴン群のエッジで直接連結されているポリゴン頂点を探索することにより調べ、局所的に連結した当該格子点の近傍内のポリゴ

ン頂点群をその重心位置に一点に縮退させる。

#### 【0010】

【作用】本発明では、3次元物体をポリゴン化处理するに当り、例えば四面体や六面体セルの頂点（格子点）付近に物体表面が存在する場合、その近傍には微小なポリゴンや形状の悪いポリゴンが生成され易いという性質を利用し、それらのポリゴンを除去する。即ち、セルの頂点近傍内に存在するポリゴン頂点を抽出し、更に、それらのポリゴン頂点の局所的な連結性からそれらのポリゴン頂点をグループ分けし、夫々の連結したポリゴン頂点を一点に縮退させることにより、トポロジーを保存しながら微小ポリゴンの除去を行い、より良いポリゴン近似を得る。

【0011】これにより、本発明では、陰関数又はポリウムデータにより表現された3次元物体をポリゴン化处理する際、セルの格子点近傍内に生成されたポリゴンの複数の頂点を一点に縮退させるため、格子点近傍に発生した微小なポリゴンが除去され、またその回りに生じた形状の悪いポリゴンも同時に除去されて、形状が良好で且つより少数のポリゴンよりなるポリゴン近似が得られる。しかも、格子点近傍内のポリゴン頂点を縮退させる際、それらのポリゴン頂点を局所的な連結性をもとにグループ分けして個別に縮退させるので、元の物体形状のトポロジーを変更することがない。

#### 【0012】

【実施例】図1に、本発明の一実施例による処理手順を示す。

【0013】この手順を概略的に説明すると、格子点に順次注目しながら、まず通常のポリゴン化处理を行い、その結果に対して、格子点近傍内のポリゴン頂点を抽出し、それらのポリゴン頂点を局所的な連結性からグループ分けし、各グループ内のポリゴン頂点を一点に縮退させ、微小なポリゴンを除去する。

【0014】そこで、まず、通常のポリゴン化处理について簡単な説明を行い、続いて本発明の特徴である微小ポリゴンの除去方法について詳述する。

【0015】本実施例におけるオリジナル・ポリゴンの生成には、従来一般に用いられている手法をベースに用いることができる。例えば、Hall, Warrenらの方法のように、対象空間を四面体セルに分割し、そのセル内部で三角形又は四角形ポリゴンを生成する方法、或いは、Lorenzen, Cline らのように、対象空間を四面体セルに分割し、そのセルの内部で（複数の）三角形ポリゴンを生成するマーチング・キューブ法等を用いることができる。

#### 【0016】ここでは説明を簡単にするため、図2

(a)に示すように、まず対象空間1を立方格子2で分割し、それらを更に図2(b)に示すような5個の四面体セル3に分割するものとする。この四面体セルがポリゴン化の単位である。ここで、図2(b)の四面体セル

への分割は、隣合う立方格子で四面体セルが共通のエッジを持つように、反対方向に分割されている。

【0017】今、格子点4を $g$ とし、この格子点 $g$ においてデータ $f(g)$ が与えられ、対象の3次元物体の表面が $f(g) = 0$ 、物体内部が $f(g) > 0$ 、物体外部が $f(g) < 0$ とする。例えば、物体が陰関数により表現されている場合には、 $f(g)$ は $g$ の或る関数であり、ポリウムデータとして表現されている場合には、 $f(g)$ はデータそのものである。なお、 $f(g) = c$ （ $c$ は任意の定数）を物体表面としたい場合には、 $h = f - c$ とおき、この $h$ について以下 $f$ と同様の処理を行えばよい。

【0018】ここで、四面体セルが物体形状の変化に比較して十分に小さいもの仮定とすれば、四面体セルの4つの格子点上で $f$ 値を求め、それらの符号が異なれば、そのセル内部に物体表面が存在すると考えられる。そこで物体表面とセルのエッジとの交点を、例えば、エッジ両端の格子点における $f$ 値から一次補間により求めれば、図3に示すように、セル内部で物体表面を近似する三角形ポリゴン5（図3(a)）又は四角形ポリゴン6（図3(b)）が生成される。また、四面体セルの4つの格子点で $f$ 値が全て同符号をとれば、このセル内部には物体表面は存在しないものと考えられ、このセル内部にポリゴンを生成する必要はない。このような処理を全ての四面体セルに対して適用すれば、3次元物体のポリゴン近似が得られるわけである。

【0019】次に、本実施例による処理方法を、上述のポリゴン化手法を考慮に入れながら、図1のフローチャートに沿って説明する。

#### 【0020】

ステップS1：格子点回りでオリジナル・ポリゴン生成アルゴリズムは、格子点を順に移動しながら、上述したポリゴン化手法に従い、その格子点 $g$ の回りでオリジナル・ポリゴンを生成する。この時、図4(a)に示すように注目した格子点の回りに8個の四面体セルが存在する場合と、図4(b)のように32個の四面体セルが存在する場合とがある。なお、格子点を順に移動する場合、その格子点の回りのセルのうち既にポリゴンが生成されているセルについては新たにポリゴン生成処理を行う必要はなく、以前のポリゴンデータを利用すればよい。

【0021】さて、ここで生成されたポリゴンを含めて、これまでに生成されたポリゴンデータは大域的に保存されており、ポリゴン $p$ は $p = \{n; v_1, v_2, \dots, v_n\}$ のように表わされる。ここで、 $n$ は頂点の個数で3又は4、 $v_i$ はポリゴンの頂点で、頂点番号又は頂点データへのポインタである。なお、 $v_1, v_2, \dots, v_n$ はポリゴン $p$ の表（おもて）からみて反時計回りに並んでいるものとする。また、頂点 $v$ は

$v = \{ (x, y, z) ; (n_x, n_y, n_z) ; k ; p_1, \dots, p_k \}$

のように表わされる。ここで、 $(x, y, z)$  は頂点の座標、 $(n_x, n_y, n_z)$  は頂点での正規化された外向き法線ベクトル、 $k$  は頂点  $v$  を含むポリゴンの個数、 $p_1, \dots, p_k$  は頂点  $v$  を含むポリゴンの番号又はポリゴンへのポインタである。

【0022】また、現在注目している格子点  $g$  を含むセルのエッジ  $e_i$  に対し、そのエッジに物体表面が交差してポリゴン頂点が生成されているかどうかを示すテーブル

$E = \{ v_1, v_2, \dots, v_m \}$

を局所的に作成する。ここで、 $m$  は格子点回りのエッジ数を表わし、図4(a)の格子点の場合は6、また、図4(b)の格子点の場合は18、 $v_i$  は、エッジ  $e_i$  上に頂点がある場合は、頂点の番号又は頂点へのポインタ、頂点がない場合は、無効な頂点番号又はヌルポインタである。このテーブルの内容は、次の格子点へ移動する時に、必要なエントリのみ残して、後は除去される。

#### 【0023】ステップS2

ステップS1において作成されたテーブルEの内容が全て空の場合には、削除の対象となるポリゴンは存在しないのでステップS7へ行く。

#### 【0024】

ステップS3：格子点近傍内のポリゴン頂点抽出

次に、アルゴリズムは、縮退操作の対象となるポリゴン頂点を抽出する。即ち、頂点  $v_i$  が格子点  $g$  の回りのセルのエッジ  $e_i$  上に存在する場合、その頂点  $v_i$  と格子点  $g$  の間の距離  $d_i$  を算出し、そのエッジの長さを  $u_i$ 、予め与えた評価規範を  $\epsilon$  ( $0 < \epsilon < 1$ ) として、 $d_i / u_i < \epsilon$  が成り立つ時、頂点  $v_i$  を削除の対象として抽出する。

#### 【0025】ステップS4

ステップS3において抽出された格子点近傍内のポリゴン頂点が0個の場合は勿論、1個の場合にも、その頂点をそれ以上縮退させることはできないので、ステップS7へ行く。

【0026】ステップS5：格子点近傍内のポリゴン頂点のグループ分け及び削除候補ポリゴン抽出

ステップS3で抽出された格子点近傍内のポリゴン頂点に対し、頂点の局所的な連結性を評価し、連結した頂点\*

$$x = \sum_{i=1}^{N_m} x_i / N_m, \quad y = \sum_{i=1}^{N_m} y_i / N_m, \quad z = \sum_{i=1}^{N_m} z_i / N_m$$

【0032】により得られる。ここで総和はグループ内の頂点について行う。また、新しい正規化された外向き法線ベクトル  $(n_x, n_y, n_z)$  は、グループ  $G_{v_m}$  内の頂点の法線ベクトルを  $(n_{xi}, n_{yi}, n_{zi})$  ( $i =$

\*のグループにグループ分けをする。これは、或る近傍内頂点から出発し、その頂点を含むポリゴン（頂点  $v$  のエントリ、 $k ; p_1, \dots, p_k$ ）情報を用い、その近傍内頂点にそれらのポリゴンのエッジで直接連結している頂点を順次探索することにより、近傍内頂点のグループ分けを行うことができる。この時、探索で用いられたポリゴンを削除候補のポリゴンとして抽出しておく。

【0027】例えば、図5に、格子点  $g$  の近傍に局所的に不連続な2枚の表面が存在した場合の様子を示す。ここで、格子点近傍内の頂点8はその連結性から2つのグループ  $G_{v_1}, G_{v_2}$  にグループ分けされて、

$G_{v_1} = \{ v_1, v_2, v_3, v_4 \}$

$G_{v_2} = \{ v_{12}, v_{13} \}$

のようになり、また、ポリゴン  $p_1 \sim p_{15}$  が削除対象のポリゴンとして

$G_{p_1} = \{ p_1, p_2, \dots, p_9 \}$

$G_{p_2} = \{ p_{10}, \dots, p_{15} \}$

のように抽出されている。この時、頂点  $v_1 \sim v_4$  は格子点  $g$  の近傍内にあり、それらを頂点とするポリゴン  $p_1, p_2$  は微小なポリゴンである。また、ポリゴン  $p_1$  は、微小なエッジ ( $v_1, v_2$ ) を含んでいるため、形状の悪いポリゴンであると言える。なお、図中、9は格子点近傍外の頂点である。

【0028】ステップS6：ポリゴン頂点の縮退及び微小ポリゴン削除

ステップS5で得られた格子点近傍内の頂点グループに対し、そのグループが2個以上の頂点を含む場合には、その同一のグループに属する頂点を一点に縮退させる。ここで、同一グループ内の頂点は互いに連結しているので、それらを一点に縮退させても、例えば局所的に不連続な表面を接続させるといった、物体形状のトポロジーを変化させることはない。

【0029】アルゴリズムは、以下に述べる処理を、2個以上の頂点を含むグループに対して順次適用する。

【0030】まず、縮退先の頂点の座標と外向き法線ベクトルの計算を行う。新しい頂点  $v$  の座標  $(x, y, z)$  は、グループ  $G_{v_m}$  内の頂点の座標を  $(x_i, y_i, z_i)$  ( $i = 1, \dots, N_m$ ) として、

【0031】

【数1】

... (1)

$1, \dots, N_m$ ) として、

【0033】

【数2】

$$N_x = \sum_{i=1}^7 n_{x,i}, \quad N_y = \sum_{i=1}^{N_m} n_{y,i}, \quad N_z = \sum_{i=1}^{N_m} n_{z,i} \quad \dots (2a)$$

$$L = \text{SQRT} (N_x * N_x + N_y * N_y + N_z * N_z) \quad \dots (2b)$$

$$n_x = N_x / L, \quad n_y = N_y / L, \quad n_z = N_z / L \quad \dots (2c)$$

【0034】により与えられる。

【0035】次に、このグループG<sub>v</sub>内の頂点を大域データ及びテーブルEから削除し、新たに生成された1つの頂点vを頂点の大域データに付加する。そして、グループG<sub>p</sub>内の全てのポリゴンに対し、以下のように削除処理を適用する。

【0036】三角形ポリゴンに対しては、図6に示すように、

a) 3頂点が格子点近傍内の頂点8の場合、図6(a)のように、ポリゴンは縮退頂点10の一点に縮退するので、そのポリゴンを削除する。

b) 2頂点が格子点近傍内の頂点8の場合、図6(b)のように、ポリゴンはエッジに縮退するので、そのポリゴンを削除する。

c) 1頂点が格子点近傍内の頂点8の場合、図6(c)のように、その近傍内頂点8を削除し、新たに生成された縮退頂点10に置き換える。四角形ポリゴンに対しては、図7に示すように、

a) 4頂点が格子点近傍内の頂点8の場合、図7(a)のように、ポリゴンは縮退頂点10の一点に縮退するので、そのポリゴンを削除する。

b) 3頂点が格子点近傍内の頂点8の場合、図7(b)のように、ポリゴンはエッジに縮退するので、そのポリゴンを削除する。

c) 及びd) 2頂点が格子点近傍内の頂点8の場合、図7(c)のように、ポリゴンが三角形ポリゴンに縮退する場合と、図7(d)のように、ポリゴンが2本のエッジに縮退する場合とがある。前者の場合、四角形ポリゴンを三角形ポリゴンに変更し、格子点近傍内の2頂点8を縮退頂点10に置き換える。後者の場合、ポリゴンを削除する。

e) 1頂点が格子点近傍内の頂点8の場合、この近傍内頂点8が縮退頂点10の位置に移動するため、新たに得られる四角形ポリゴンの4頂点は一般には同一平面上には存在しない。従って、図7(e)に示すように、新たに得られた四角形ポリゴンを2つの三角形ポリゴンに分割する。この時、縮退頂点10は元の頂点の近傍に存在するため、移動した頂点の両側の2頂点を結ぶ線分をポリゴンを分割する新しいエッジとして選択すれば、矛盾なく2つの三角形ポリゴンが得られることは明らかである。

【0037】以上の処理において、ポリゴンを除去した場合及び四角形ポリゴンを分割して2つの三角形ポリゴ

ンを生成した場合には、ポリゴンデータのエントリを変更すると同時に、頂点データのその頂点を含むポリゴンのエントリp<sub>1</sub>, ..., p<sub>k</sub>を変更する必要がある。

【0038】図5のオリジナル・ポリゴンに対し、上述の処理を適用して、格子点近傍内の頂点を縮退させ、その回りのポリゴンを削除若しくは更新した結果を図8に示す。ここで、元の頂点v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>, v<sub>3</sub>, v<sub>4</sub>は新しい頂点v<sub>1</sub>'に縮退され、頂点v<sub>12</sub>, v<sub>13</sub>は新しい頂点v<sub>12</sub>'に縮退されている。また、微小ポリゴンp<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>は削除され、その他のポリゴンも削除若しくは更新されている。

【0039】ステップS7: 終了判定

全ての格子点について処理を行ったか否かを判定し、全ての格子点について処理を行っていれば終了する。そうでなければ、注目する格子点を次に進めて(ステップS8)、ステップS1へ戻る。

【0040】上述のアルゴリズムを全てのセルの格子点に対して適用すれば、従来のポリゴン化手法により生成されたポリゴン近似よりも、ポリゴンの形状が良好で、ポリゴン数が少なく、且つ、元の物体形状のトポロジーを保存したポリゴン近似が得られる。従って、この結果をコンピュータ・グラフィックスの描画処理に利用すれば、画質が良好で、対話性の良い高速な物体表示を行うことが可能となる。

【0041】

【発明の効果】本発明によれば、3次元空間内で陰関数又はボリュームデータにより表現された3次元物体をポリゴン化するに際し、多面体セルの格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点を抽出し、それらの局所的な連結性をもとに近傍内の連結したポリゴン頂点を個別に縮退させ、その回りのポリゴンを除去する操作を従来のポリゴン化手法に付け加えたので、微小なポリゴンや形状の悪いポリゴンを容易に除去することができ、対象となる3次元物体に対し、ポリゴンの形状が良く、また、ポリゴンの総数が少なく、且つ、元の物体形状のトポロジーを保存したポリゴン近似が効率よく得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による処理手順を示すフローチャートである。

【図2】対象空間の分割を説明するための概念図である。

【図3】四面体セルでのポリゴン生成を説明するための概念図である。

【図4】格子点回りでの四面体セルの配置を説明するための概念図である。

【図5】格子点回りでのオリジナル・ポリゴン生成の例を示す概念図である。

【図6】削除対象のポリゴンを削除する方法を示す概念図である。

【図7】削除対象のポリゴンを削除する方法を示す概念図である。

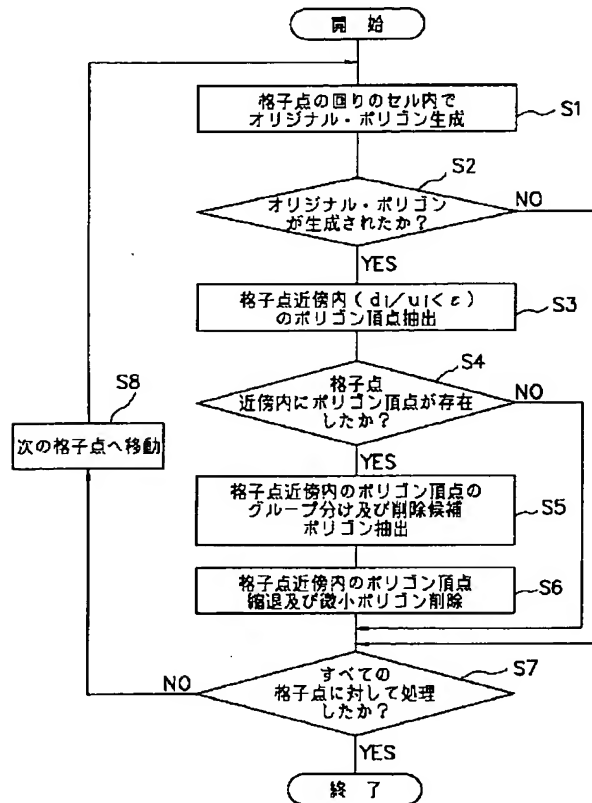
【図8】格子点回りでの処理後のポリゴンを示す概念図である。

【符号の説明】

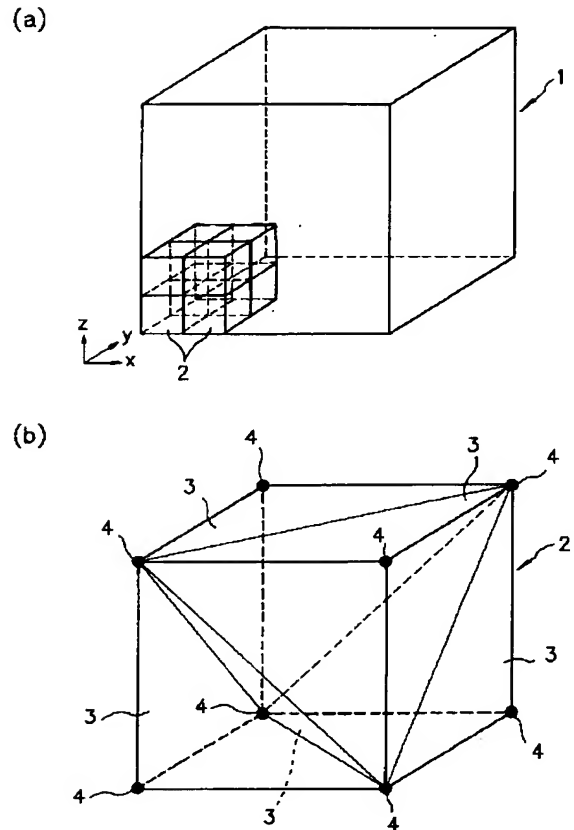
- \* 1 対象空間
- 2 立方格子
- 3 四面体セル
- 4 格子点
- 5 三角形ポリゴン
- 6 四角形ポリゴン
- 7 格子点gを含むエッジ
- 8 格子点近傍内の頂点
- 9 格子点近傍外の頂点
- 10 10 縮退頂点

\*

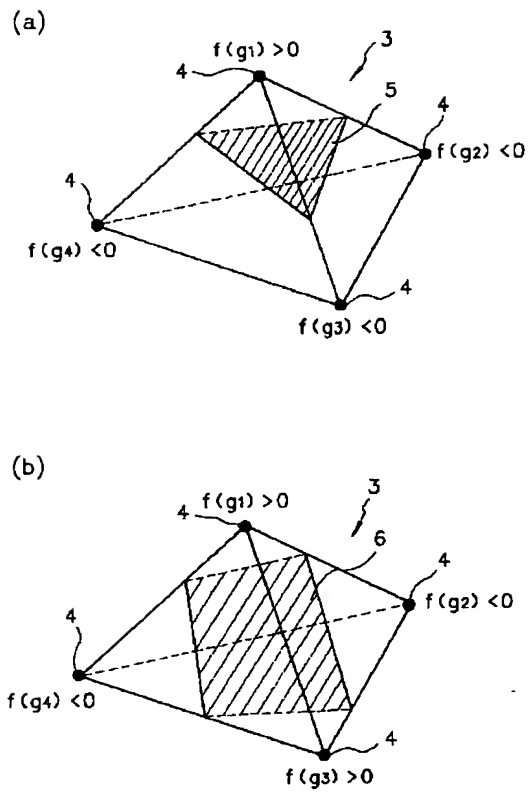
【図1】



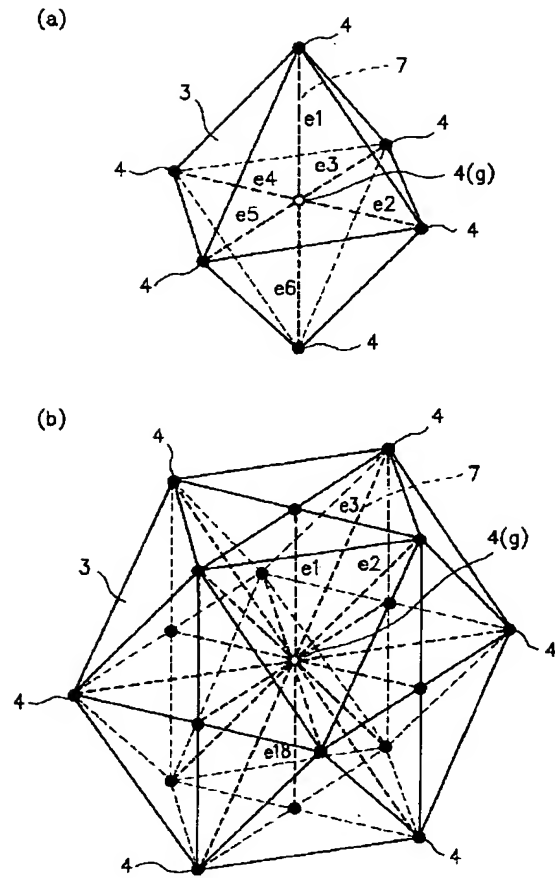
【図2】



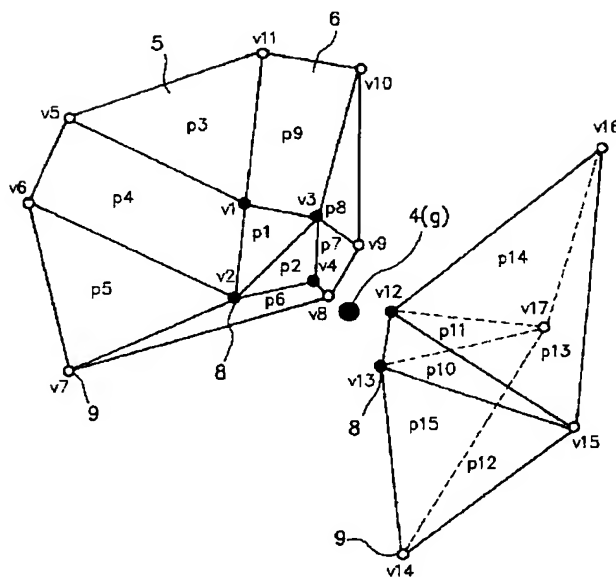
【図3】



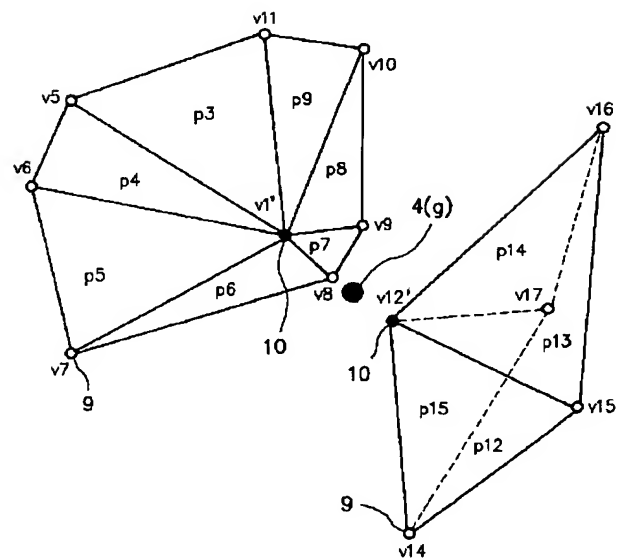
【図4】



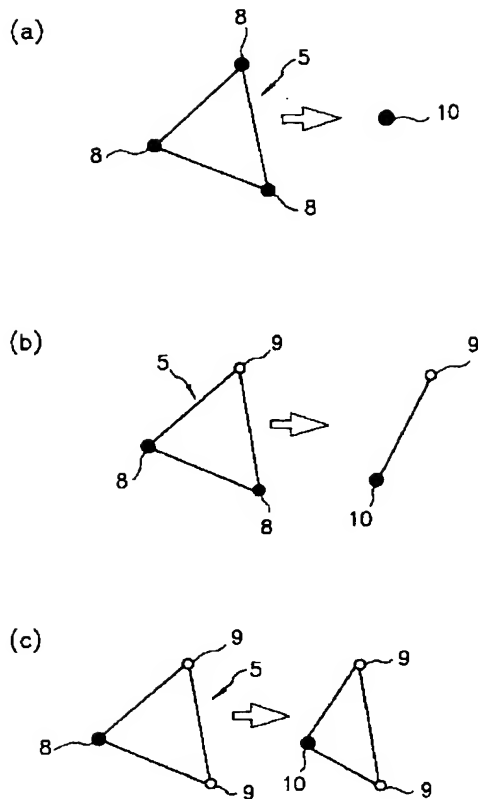
【図5】



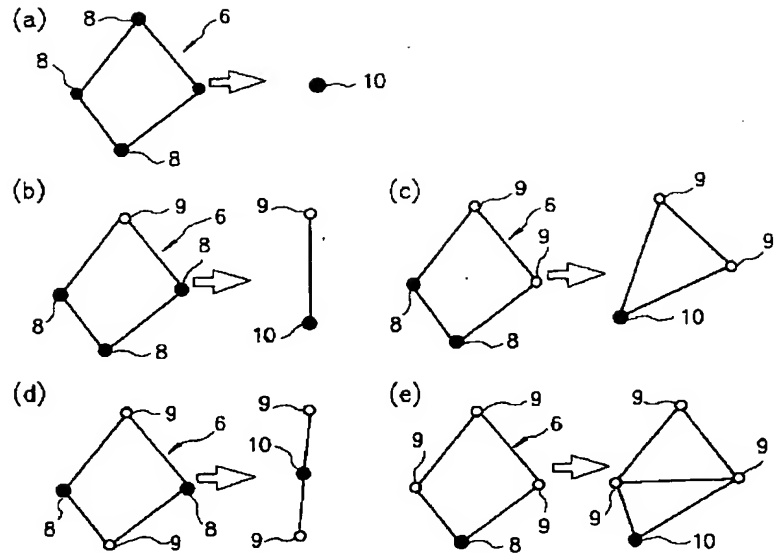
【図8】



【図6】



【図7】



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年8月3日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 3次元物体表示のためのポリゴン生成方法

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 3次元空間内において陰関数又はボリュームデータにより表現された3次元物体をポリゴン化处理するにあたって、ポリゴン生成単位である多面体セルを構成する格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点を、当該格子点とポリゴン頂点との距離を予め与えた評価規範と比較することにより抽出し、

当該格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点の局所的な連結性を、それらのポリゴン頂点を含むポリゴン群のエッジで直接連結されているポリゴン頂点を探索することにより調べ、

局所的に連結した当該格子点の近傍内のポリゴン頂点群をその重心位置に一点に縮退させることを特徴とする3次元物体表示のためのポリゴン生成方法。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば、工業用デザインや医用画像処理等を対象とした3次元コンピュータ・グラフィックス分野における3次元物体表示のためのポリゴン生成方法に関する。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008



**【補正方法】変更****【補正内容】**

【0008】そこで、本発明の目的は、トポロジーを保存しながら微小なポリゴンを効率よく除去することにより、形状が良好でポリゴン数も少ないポリゴン近似を高速に生成し得る3次元物体表示のためのポリゴン生成方法を提供することである。

**【手続補正5】****【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0009****【補正方法】変更****【補正内容】****【0009】**

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明では、3次元空間内において陰関数又はボリュームデータにより表現された3次元物体をポリゴン化处理するにあたって、ポリゴン生成単位である多面体セルを構成する格子点の近傍内に存在するポリゴン頂点を、当該格子点とポリゴン頂点との距離を予め与えた評価規範と比較することにより抽出し、当該格子点の近

傍内に存在するポリゴン頂点の局所的な連結性を、それらのポリゴン頂点を含むポリゴン群のエッジで直接連結されているポリゴン頂点を探索することにより調べ、局所的に連結した当該格子点の近傍内のポリゴン頂点群をその重心位置に一点に縮退させる。

**【手続補正6】****【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0015****【補正方法】変更****【補正内容】**

【0015】本実施例におけるオリジナル・ポリゴンの生成には、従来一般に用いられている手法をベースに用いることができる。例えば、Hall, Warrenらの方法のように、対象空間を四面体セルに分割し、そのセル内部で三角形又は四角形ポリゴンを生成する方法、或いは、Lorenson, Clineらのように、対象空間を六面体セルに分割し、そのセルの内部で（複数の）三角形ポリゴンを生成するマーチング・キューブ法等を用いることができる。